

© EPODOC / EPO

PN - DE4333258 A 19950330  
PD - 1995-03-30  
PR - DE19934333258 19930927  
OPD - 1993-09-27  
IN - DALSTEIN THOMAS DIPL ING (DE)  
PA - SIEMENS AG (DE)  
ICO - T02H1/04 ; T02H3/00 ; T02H3/38  
EC - H02H1/00F ; H02J13/00F  
IC - H02H7/26 ; G05B23/02 ; H02J13/00  
CT - DE1945802 A [ ]

CTNP- [ ] Böhme, K., Kulicke, B.: "Optimierung von  
Distanzschutzalgorithmen mit Hilfe neuronaler Netze". In:  
ELEKTRIE, Berlin 47(1993), H. 1, S. 2-10

© WPI / DERWENT

TI - Identification of faults in electrical power supply system k - using  
neural network that is programmed using simulation of power supply  
system to provide means of identification of wide range of load  
faults

PR - DE19934333258 19930927

PN - DE4333258 A1 19950330 DW199518 H02H7/26 005pp  
- WO9509464 A1 19950406 DW199519 H02H1/00 Ger 000pp

PA - (SIEI ) SIEMENS AG

IC - G05B23/02 ; H02H1/00 ; H02H7/26 ; H02J13/00

IN - DALSTEIN T

AB - DE4333258 An electrical network voltage (JR) is digitised and  
sampled for multiplexing (11) through to a neural network (1). The  
network has an input layer of neurons (2), a pair of intermediate  
layers (20, 21) and an output layer (22). A simulation of current and  
voltage conditions within the power system is used to train the  
neural network. Outputs are generated dependent upon different  
weightings that are compared with threshold values to indicate  
different load faults.

- USE/ADVANTAGE - Rapid and reliable fault indications in electrical  
power supply networks and systems.

- (Dwg.1/1)

OPD - 1993-09-27

CT - 01Jnl.Ref;CH500609;DE1945802

DN - US

none

none

none

DS - AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE  
AN - 1995-132096 [25]

**BEST AVAILABLE COPY**

none

none

none



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 33 258 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 H 7/26**  
G 05 B 23/02  
H 02 J 13/00

②1 Aktenzeichen: P 43 33 258.7  
②2 Anmeldetag: 27. 9. 93  
④3 Offenlegungstag: 30. 3. 95

DE 43 33 258 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

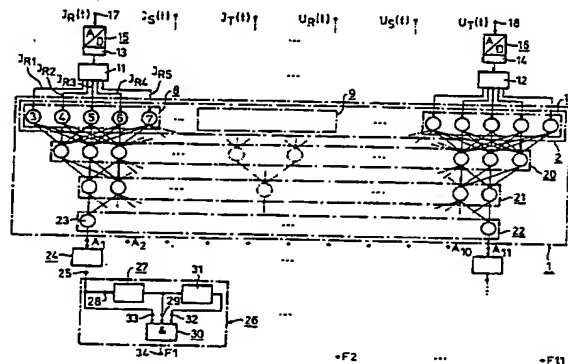
⑦2 Erfinder:  
Dalstein, Thomas, Dipl.-Ing., 12099 Berlin, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Erzeugen von die Art eines Fehlers in einem zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetz kennzeichnenden Signalen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen von Signalen, die die Art eines Fehlers in einem zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetz kennzeichnen und die zugeordnete Selektivschutz-Einrichtung aktivieren. Dazu wird ein einziges neuronales Netz (1) verwendet, das mehrere Schichten (2, 20, 21 und 22) enthält. Das neuronale Netz (1) ist durch Simulation der Ströme und Spannungen bei verschiedenen Lastzuständen des elektrischen Energieversorgungsnetzes derart angelernet, daß jeweils ein Neuron (22, 23) der Ausgangsschicht (22) bei einem Fehler einer bestimmten Art ein Ausgangssignal ( $A_1$  bis  $A_{10}$ ) abgibt, das zur Gewinnung des Fehlerarts ( $F_1$ ) herangezogen wird.



DE 43 33 258 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 013/528

7/30

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen von die Art eines Fehlers in einem zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetz kennzeichnenden Signalen (Fehlerart-Signalen) zum Aktivieren von Selektivschutz-Einrichtungen, bei dem mittels aus den Strömen und den Spannungen des elektrischen Energieversorgungsnetzes abgeleiteter Zwischengrößen in einer Auswerteeinrichtung die Fehlerart-Signale erzeugt werden.

Ein bekanntes Verfahren dieser Art läßt sich der DE-OS 19 45 802 entnehmen. Bei dem bekannten Verfahren werden mittels einer Anregeschaltung aus den Strömen und den Spannungen des zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetzes Zwischengrößen abgeleitet, die an eine Gatteranordnung angelegt werden. Die Gatteranordnung besteht aus Gattern in einer Anzahl, die den möglichen Fehlern im zu überwachenden Energieversorgungsnetz entspricht. Alle Gatter der Gatteranordnung sind eingangsseitig derart mit den Zwischengrößen beaufschlagt, daß jeweils bei einem Fehler einer bestimmten Art nur ein bestimmtes Gatter durchgeschaltet wird. Die Ausgangssignale der Gatter kennzeichnen somit die Art eines bestimmten Fehlers im zu überwachenden Energieversorgungsnetz. Die Fehlerart-Signale werden dazu benutzt, über eine Diodenmatrix jeweils die statischen Schalter einer Anzahl von statischen Schaltern anzusteuern, über die im Hinblick auf die ermittelte Fehlerart ein bestimmter Strom und eine bestimmte Spannung an einen beispielsweise nachgeordneten Distanzschutz anzulegen sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art so fortzuentwickeln, daß sich mit ihm mit verhältnismäßig geringem Aufwand sowie schnell und zuverlässig Fehlerart-Signale zum Aktivieren von Selektivschutz-Einrichtungen gewinnen lassen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß als Auswerteeinrichtung ein einziges neuronales Netz verwendet, das eine Eingangsschicht, eine erste und eine zweite Zwischenschicht sowie eine Ausgangsschicht enthält, wobei das neuronale Netz ein durch Simulation der Ströme und Spannungen bei verschiedenen Lastzuständen des elektrischen Energieversorgungsnetzes überwacht derart angelernt es Verhalten aufweist, daß jeweils ein Neuron der Ausgangsschicht bei Fehlern jeweils einer Art ein oberhalb eines vorgegebenen Schwellwertes liegendes Ausgangssignal erzeugt; als Zwischengrößen werden den Augenblickswerten der Ströme und Spannungen des elektrischen Energieversorgungsnetzes entsprechende Meßgrößen verwendet, aus denen jeweils Reihen mit jeweils mehreren aufeinanderfolgend abgetasteten, normierten Werten gebildet werden, und die mehreren aufeinanderfolgend abgetasteten, normierten Werte aller Reihen werden gleichzeitig an verschiedene Neuronen der Eingangsschicht angelegt; die Ausgangssignale der Neuronen der Ausgangsschicht werden auf den vorgegebenen Schwellwert überwacht, und bei einem den Schwellwert überschreitenden Ausgangssignal eines Neurons der Ausgangsschicht wird das entsprechende Fehlerart-Signal erzeugt.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens wird darin gesehen, daß es mit verhältnismäßig geringem Aufwand durchführbar ist, weil das Verfahren unter Benutzung eines neuronalen Netzes praktiziert wird, das in Form eines Prozessors dargestellt werden

kann. Im Vergleich zu dem bekannten Verfahren kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren daher zur Durchführung auf eine Schaltungsanordnung mit einer Vielzahl von einzelnen elektronischen Bauelementen weitgehend verzichtet werden. Zwar verursacht das Anlernen des neuronalen Netzes, das vor der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgen muß, einen gewissen Aufwand, jedoch ist dieser nur ein einziges Mal in Kauf zu nehmen, weil aus einem angelernten neuronalen Netz durch "Kopieren" in verhältnismäßig einfacher Weise weitere neuronale Netze mit denselben Eigenschaften gewonnen werden können. Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß es nicht nur sehr zuverlässig arbeitet, sondern auch in sehr kurzer Zeit die Fehlerart-Signale bereitstellt, so daß zugeordnete Selektivschutz-Einrichtungen, wie beispielsweise Distanzschutzeinrichtungen, schnell aktiviert werden können, indem z. B. die für die ermittelte Fehlerart spezifischen Netzgrößen angelegt werden.

Es ist zwar aus "Electrical Engineering in Japan", Vol. 112, Nr. 3, 1992, Seiten 80 bis 88 bekannt, eine Neuronale-Anordnung zu verwenden, um die Art eines Fehlers in einem zu überwachenden Energieversorgungsnetz zu kennzeichnen, jedoch geht es dabei darum, nach dem Abschalten eines fehlerbehafteten Teils des Energieversorgungsnetzes mittels Selektivschutz-Einrichtungen und Leistungsschaltern den fehlerbehafteten Teil zu ermitteln und die Art des in diesem Teil aufgetretenen Fehlers festzustellen. Zu diesem Zweck werden Effektivwerte der Ströme und Spannungen im zu überwachenden Netz herangezogen und der Neuronale-Anordnung zugeführt. Diese Anordnung enthält für jede denkbare Fehlerart jeweils ein neuronales Netz.

Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird es als vorteilhaft angesehen, wenn ein neuronales Netz verwendet wird, bei dem jeder möglichen Art von Fehlern in dem elektrischen Energieversorgungsnetz ein Neuron in der Ausgangsschicht zugeordnet ist. Unabhängig vom jeweiligen Anwendungsfall des erfindungsgemäßen Verfahrens können dann stets alle möglichen Fehler in einem zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetz durch Erzeugung entsprechender Fehlerart-Signale gekennzeichnet werden.

Als besonders vorteilhaft wird es erachtet, wenn ein neuronales Netz verwendet wird, bei dem dem fehlerfreien Zustand des elektrischen Energieversorgungsnetzes in der Ausgangsschicht ein zusätzliches Neuron zugeordnet ist. Durch diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht die Möglichkeit, Lastsprünge von tatsächlichen Fehlern auch dann zu unterscheiden, wenn durch eine Anregung aufgrund sehr hoher Empfindlichkeit eine Reaktion erfolgt ist.

Um einerseits dem Lernaufwand für das neuronale Netz nicht zu groß werden zu lassen, andererseits aber vor allem möglichst schnell im Fehlerfalle das entsprechende Fehlerart-Signal erzeugen zu können, wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens jede Reihe aufeinanderfolgend abgetasteter Werte aus fünf Werten gebildet, und die Eingangsschicht enthält 30 Neuronen, die erste Zwischenschicht 25 Neuronen und die zweite Zwischenschicht 20 Neuronen, während die Ausgangsschicht 11 Neuronen enthält.

Um mit großer Sicherheit ein zuverlässiges Arbeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens zu erreichen, wird ein neuronales Netz verwendet, bei dem in einer jedem Neuron der Ausgangsschicht nachgeordneten Nachar-

beitungseinheit mit mindestens einer Verzögerungsstufe und einem UND-Glied überprüft, ob das Ausgangssignal des jeweiligen Neurons der Ausgangsschicht mindestens ein weiteres Mal aufgetreten ist.

Zur Erläuterung der Erfindung ist in der Figur ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung dargestellt, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Die dargestellte Anordnung enthält ein neuronales Netz 1, das eine Eingangsschicht 2 mit insgesamt 30 Neuronen aufweist. Die 30 Neuronen der Eingangsschicht 2 sind zu sechs Gruppen mit jeweils fünf Neuronen 3, 4, 5, 6 und 7 zusammengefaßt, von denen in der Figur nur drei Gruppen 8, 9, 10 der besseren Übersichtlichkeit halber dargestellt sind.

Jeder der Gruppen 8, 9 und 10 von Neuronen der Eingangsschicht 2 ist jeweils ein Multiplexer vorgeordnet, von denen in der Figur wiederum wegen der besseren Übersichtlichkeit nur die Multiplexer 11 und 12 dargestellt sind. Jeder Multiplexer 11 und 12 liegt mit seinem Eingang am Ausgang eines Normierungsbausteins 13 bzw. 14, dem wiederum ein Analog-Digital-Wandler 15 bzw. 16 vorgeordnet ist. An einem Eingang 17 des Analog-Digital-Wandlers 15 ist eine Meßgröße  $J_R(t)$  angeschlossen, die aus dem Strom in der Phase R eines zu überwachenden, nicht dargestellten Energieübertragungsnetzes in üblicher Weise mittels eines Stromwandlers gewonnen ist. Entsprechend sind weitere Meßgrößen  $J_S(t)$  und  $J_T(t)$  aus den Strömen in den Phasen S und T mittels weiterer Stromwandler gewonnen und einer nicht gezeigten Weise über weitere Analog-Digital-Wandler und weitere Normierungsbausteine sowie weitere Multiplexer mit jeweils einer Gruppe von Neuronen der Eingangsschicht 2 verbunden. Diesen Neuronen werden somit verschiedenen Augenblickswerten der Ströme  $J_R(t)$  bis  $J_T(t)$  entsprechende abgetastete Werte in normierter Form zugeführt.

Entsprechend wird hinsichtlich der Spannungen an den Phasen R bis T des zu überwachenden Energieversorgungsnetzes verfahren, in dem an einen Eingang 18 des Analog-Digital-Wandlers 16 eine Meßgröße  $U_T(t)$  angelegt ist, die in üblicher Weise mittels eines Spannungswandlers aus der Spannung an der Phase T des Energieversorgungsnetzes abgeleitet ist. Entsprechendes gilt hinsichtlich der Spannungen  $U_R(t)$  und  $U_S(t)$  an den Phasen R und S des Energieversorgungsnetzes.

Wie die Figur ferner erkennen läßt, enthält das neuronale Netz 1 ferner eine erste Zwischenschicht 20, die aus 25 Neuronen besteht, von denen in der Figur der besseren Übersichtlichkeit halber nur einige gezeigt sind. Sämtliche Neuronen der ersten Zwischenschicht 20 sind eingangsseitig mit allen Ausgängen der Neuronen der Eingangsschicht 2 verbunden. Der ersten Zwischenschicht 20 ist eine zweite Zwischenschicht 21 nachgeordnet, die 20 Neuronen aufweist; aus Gründen einfacher Darstellung sind auch von diesen 20 Neuronen der zweiten Zwischenschicht 21 in der Figur nur einige gezeigt. Alle Neuronen dieser Zwischenschicht sind mit allen Neuronen der ersten Zwischenschicht 20 gekoppelt. Schließlich enthält das neuronale Netz eine Ausgangsschicht 22, die 11 Neuronen aufweist. Alle Neuronen dieser Schicht sind eingangsseitig mit allen Neuronen der zweiten Zwischenschicht 21 verbunden.

Von den Neuronen der Ausgangsschicht 22 ist ein Neuron 23 ausgangsseitig mit einer Schwellwert-Erfassungseinrichtung 24 verbunden, die an ihrem Ausgang 25 dann ein Signal an eine Nachverarbeitungseinrichtung 26 abgibt, wenn das Ausgangssignal  $A_1$  des Neu-

rons 23 einen mit der Schwellwert-Erfassungseinrichtung 24 vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

Die Nachverarbeitungseinrichtung 26 enthält einen ersten Verzögerer 27, der mit seinem Eingang 28 an den Ausgang 25 der Schwellwert-Erfassungseinrichtung 24 angeschlossen ist. Ausgangsseitig ist der Verzögerer 27 sowohl mit einem Eingang 29 eines UND-Gliedes 30 als auch mit einem weiteren Verzögerer 31 verbunden, der ausgangsseitig mit einem weiteren Eingang 32 des UND-Gliedes 30 in Verbindung steht. Ein zusätzlicher Eingang 33 des UND-Gliedes 30 ist unmittelbar mit dem Ausgang 25 der Schwellwert-Erfassungseinrichtung 24 verbunden.

Außer dem Ausgangssignal  $A_1$  werden von dem neuronalen Netz 1 an weiteren nur schematisch dargestellten Ausgängen der Neuronen der Ausgangsschicht 22 abhängig von der Art eines aufgetretenen Fehlers weitere Signale  $A_2$  bis  $A_{10}$  erzeugt. Die Ausgangssignale  $A_1$  bis  $A_{10}$  entstehen dann, wenn einpolige Fehler gegen Erde, zweipolige Fehler mit Erdberührung, zweipolige Fehler ohne Erdberührung und dreipolige Fehler mit oder ohne Erdberührung auftreten.

Ein zusätzliches Ausgangssignal  $A_{11}$  ergibt sich dann, wenn das zu überwachende Netz fehlerfrei arbeitet.

Die in der Figur dargestellte Anordnung arbeitet in folgender Weise:

In den Analog-Digital-Wandlern 15 und 16 sowie entsprechenden weiteren Wandlern werden die Meßgrößen  $J_R(t)$  bis  $U_T(t)$  beispielsweise mit einer Frequenz von 1 kHz abgetastet. Die jeweils abgetasteten Werte werden in einem Normierungs-Baustein 13 und 14 bzw. entsprechenden weiteren Bausteinen normiert und dem jeweils nachgeordneten Multiplexer 11 und 12 bzw. weiteren nicht dargestellten Multiplexern zugeführt. Jeder der Multiplexer ist mit mehreren Verzögerungsgliedern derart versehen, daß an ihren Ausgängen gleichzeitig jeweils fünf der aufeinanderfolgend abgetasteten Werte  $J_{R1}$ ,  $J_{R2}$ ,  $J_{R3}$ ,  $J_{R4}$  und  $J_{R5}$  anstehen. Diese Werte  $J_{R1}$  bis  $J_{R5}$  liegen somit jeweils gleichzeitig eingangsseitig an einer Gruppe 8, 9, 10 und weiteren nicht dargestellten Gruppen von jeweils fünf Neuronen 3 bis 7 der Eingangsschicht 2 des neuronalen Netzes 1 an. In dem neuronalen Netz 1 werden die abgetasteten normierten Werte in einer Weise verarbeitet, wie es dem Netz angelernt worden ist. Das Anlernen ist im vorliegenden Fall mit dem Netzmodell NETOMAC vorgenommen worden, das in der Zeitschrift "Elektrizitätswirtschaft" 1979, Heft 1, Seiten 18 bis 23, näher beschrieben ist. Dabei ist das Anlernen nach dem Backpropagation-Algorithmus nach Rumelhart bei verschiedenen Lastzuständen vorgenommen worden, wobei vorausgesetzt wurde, daß bei den verschiedenen Fehlern die entsprechenden Ausgangssignale  $A_1$  bis  $A_{10}$  den normierten Wert von 0,9 aufweisen sollen. Die übrigen (keinen Fehler kennzeichnenden) Ausgangssignale sollen dann jeweils den normierten Werten 0,1 annehmen. Hinsichtlich des Ausgangssignals  $A_{11}$  ist der Anlernvorgang so vorgenommen, daß dieses Signal den normierten Wert 0,9 aufweist, wenn ein fehlerfreier Zustand des zu überwachenden Energieversorgungsnetzes gegeben ist, dagegen den Wert 0,1 annimmt, wenn ein Fehler eingetreten ist.

Die Erfassung der jeweils normierten Werte der Ausgangssignale  $A_1$  bis  $A_{11}$  erfolgt mittels der Schwellwert-Erfassungseinrichtungen 24. Ist z. B. festgelegt, daß das Ausgangssignal  $A_1$  bei einem einpoligen Fehler in der Phase R des zu überwachenden Energieversorgungsnetzes den Wert 0,9 aufweist, dann wird die Schwell-

wert-Erfassungseinrichtung 24 ein Signal an die Nachbearbeitungseinrichtung 26 abgeben. Diese überprüft, ob das Signal am Ausgang 25 insgesamt dreimal hintereinander aufgetreten ist. Dies ist dadurch bewirkt, daß die Verzögerer 27 und 31 das Signal jeweils um einen Abtastschritt verzögern, so daß nach insgesamt dreimaligem Auftreten des Signals am Ausgang 34 der Nachverarbeitungseinrichtung 26 das Fehlerart-Signal  $F_1$  erzeugt wird.

In entsprechender Weise werden die weiteren Signale  $A_2$  bis  $A_{11}$  verarbeitet. Es entstehen somit Fehlerart-Signale  $F_1$  bis  $F_{11}$ , die zuverlässig Fehler der bestimmten Art kennzeichnen. Daraufhin kann dann eine nicht dargestellte Distanzschutzeinrichtung beispielsweise an die Meßgrößen des zu überwachenden Energieversorgungsnetzes angeschlossen werden, die bei der festgestellten Fehlerart bei der Distanzmessung zu berücksichtigen sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von die Art eines Fehlers in einem zu überwachenden elektrischen Energieversorgungsnetz kennzeichnenden Signalen (Fehlerart-Signalen) zum Aktivieren von Selektivschutz-Einrichtungen, bei dem
  - mittels aus den Strömen und den Spannungen des elektrischen Energieversorgungsnetzes abgeleiteter Zwischengrößen in einer Auswerteeinrichtung die Fehlerart-Signale erzeugt werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- als Auswerteeinrichtung ein einziges neuronales Netz (1) verwendet wird, das eine Eingangsschicht (2), eine erste und eine zweite Zwischenschicht (20; 21) sowie eine Ausgangsschicht (22) enthält,
- wobei das neuronale Netz (1) ein durch Simulation der Ströme und Spannungen bei verschiedenen Lastzuständen des elektrischen Energieversorgungsnetzes überwacht derart angelerntes Verhalten aufweist, daß jeweils ein Neuron (23) der Ausgangsschicht (22) bei Fehlern jeweils einer Art ein oberhalb eines vorgegebenen Schwellwertes liegendes Ausgangssignal ( $A_1$  bis  $A_{10}$ ) erzeugt,
- als Zwischengrößen den Augenblickswerten der Ströme und der Spannungen des elektrischen Energieversorgungsnetzes entsprechende Meßgrößen ( $I_R(t)$  bis  $U_R(t)$ ) verwendet werden, aus denen jeweils Reihen mit jeweils mehreren aufeinanderfolgend abgetasteten, normierten Werten ( $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$ ,  $I_{R4}$ ,  $I_{R5}$ ) gebildet werden,
- die mehreren aufeinanderfolgend abgetasteten, normierten Werte ( $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$ ,  $I_{R4}$ ,  $I_{R5}$ ) aller Reihen gleichzeitig an verschiedene Neuronen (3, 4, 5, 6, 7) der Eingangsschicht (2) angelegt werden,
- die Ausgangssignale ( $A_1$ ,  $A_2$ , ...,  $A_{10}$ ) der Neuronen (23) der Ausgangsschicht (22) auf den vorgegebenen Schwellwert überwacht werden und
- bei einem den Schwellwert überschreitenden Ausgangssignal eines Neurons (23) der Ausgangsschicht (22) das entsprechende Fehlerart-Signal ( $F_1$ ,  $F_2$ , ...,  $F_{10}$ ) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß

- ein neuronales Netz (1) verwendet wird, bei dem jeder möglichen Art von Fehlern in dem elektrischen Energieversorgungsnetz jeweils ein Neuron (23) in der Ausgangsschicht (22) zugeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein neuronales Netz verwendet wird, bei dem dem fehlerfreien Zustand des elektrischen Energieversorgungsnetzes in der Ausgangsschicht ein zusätzliches Neuron zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß

- jede Reihe aufeinanderfolgend abgetasteter Werte ( $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$ ,  $I_{R4}$ ,  $I_{R5}$ ) aus fünf Werten ( $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$ ,  $I_{R4}$ ,  $I_{R5}$ ) gebildet wird und
- die Eingangsschicht (2) 30 Neuronen, die erste Zwischenschicht (20) 25 Neuronen und die zweite Zwischenschicht (21) 20 Neuronen aufweist, während die Ausgangsschicht (22) 11 Neuronen enthält.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

- in einer jedem Neuron (23) der Ausgangsschicht (22) nachgeordneten Nacharbeitungseinheit (26) mit mindestens einer Verzögerungsstufe (27, 31) und einem UND-Glied (30) überprüft wird, ob das Ausgangssignal ( $A_1$ , ...,  $A_{10}$ ) des jeweiligen Neurons (23) der Ausgangsschicht (22) mindestens ein weiteres Mal aufgetreten ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

